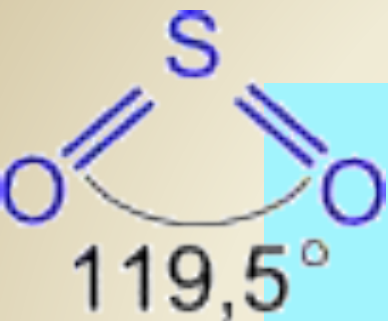


# Кислородные соединения серы

# Оксид серы

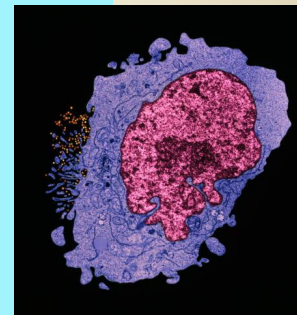
IV



$\text{SO}_2$

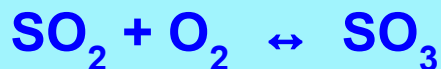
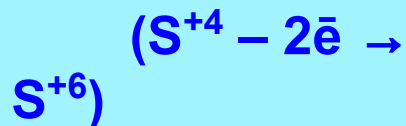
(сернистый ангидрид;  
сернистый газ)

Бесцветный газ с резким запахом;  
хорошо растворим в воде  
(в 1V  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется 40V  $\text{SO}_2$  при н.у.);  
 $t^\circ\text{пл.} = -75,5^\circ\text{C}$ ;  $t^\circ\text{кип.} = -10^\circ\text{C}$ .  
Обесцвечивает многие красители, убивает  
микроорганизмы.



Химические  
свойства:

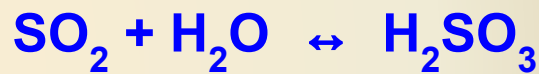
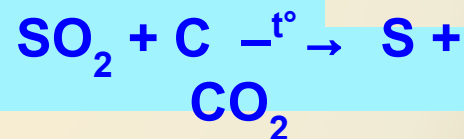
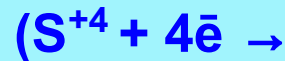
Реакции **окисления**



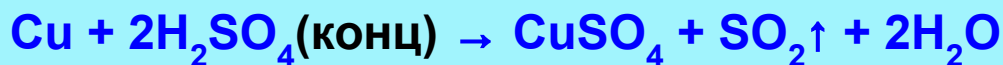
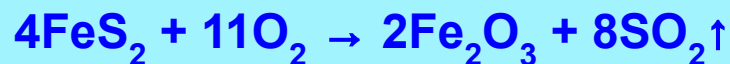
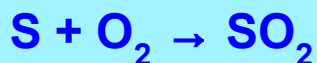
кислотный

оксид

Реакции **восстановления**



Получен  
ие

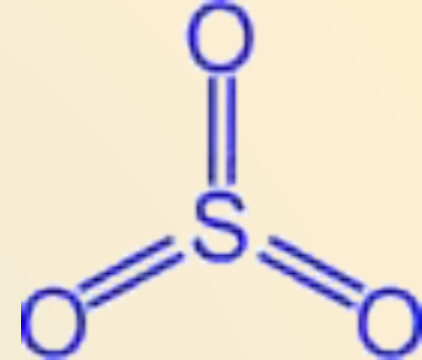


# Оксиды серы

## Оксиды серы

**SO<sub>3</sub>** (серный ангидрид)

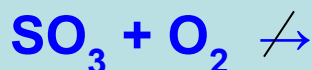
Бесцветная летучая жидкость,  
 $t^{\circ}\text{пл.} = 17^{\circ}\text{C}$ ;  $t^{\circ}\text{кип.} = 66^{\circ}\text{C}$ ;  
на воздухе "дымит", сильно поглощает влагу  
(хранят в запаянных сосудах).



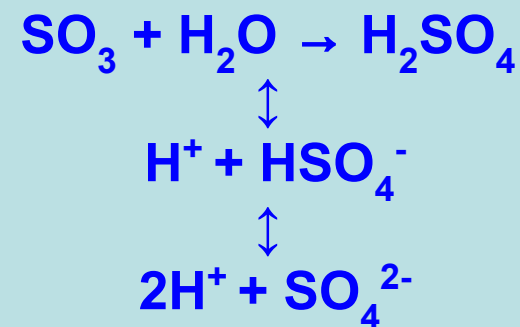
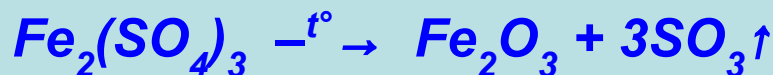
Химические свойства

**кислотный оксид**

**солеобразующий**



**SO<sub>3</sub> - сильный окислитель**

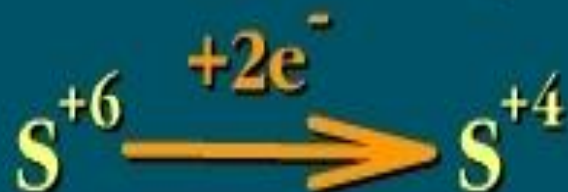


Получение

## СВОЙСТВА SO<sub>2</sub>

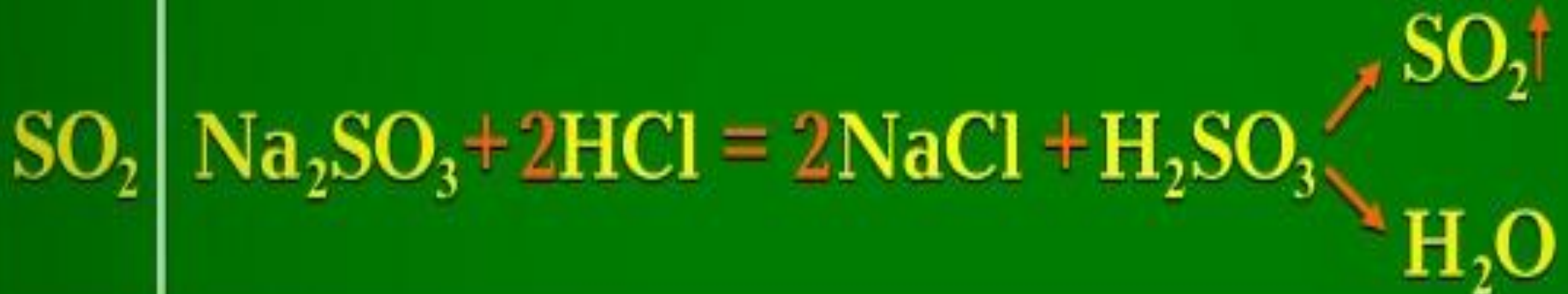


## СВОЙСТВА SO<sub>3</sub>



# Получение оксидов

## Лабораторные способы



## Промышленные способы





## Физические свойства

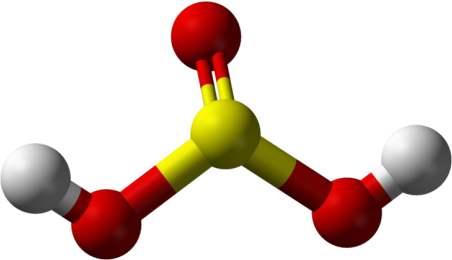
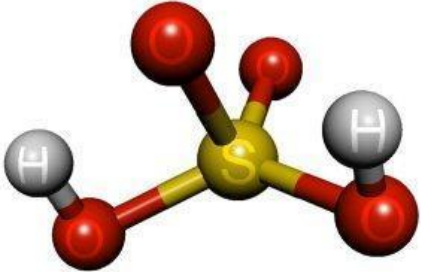
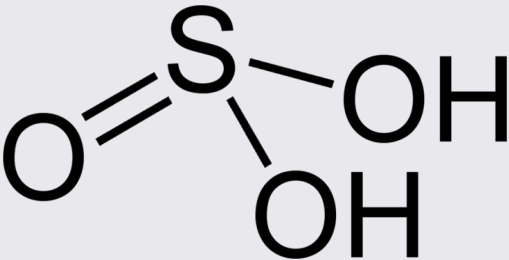
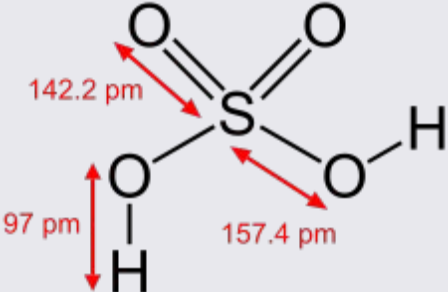


Тяжелая маслянистая жидкость ("купоросное масло");  
 $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ;  $t^\circ\text{пл.} = 10,3^\circ\text{C}$ ,  $t^\circ\text{кип.} = 296^\circ\text{C}$   
нелетучая, хорошо растворима в воде  
– с **сильным нагревом!**;  
очень гигроскопична,  
обладает водоотнимающими свойствами  
(обугливание бумаги, дерева, сахара).

**Кислоту вливать малыми порциями в воду, а не наоборот!**



# Сернистая и серная кислоты

Параметр сравнения	Сернистая кислота	Серная кислота
Отношение к воде	Существует только в растворах	Смешивается с водой в любых соотношениях, поглощает воду с выделением большого количества теплоты
Модель молекулы		
Структурная формула		

# Химические свойства



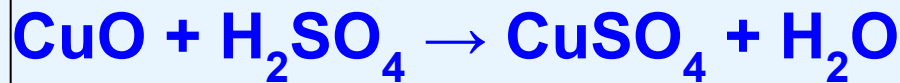
$\text{H}_2\text{SO}_4$  - сильная двухосновная кислота



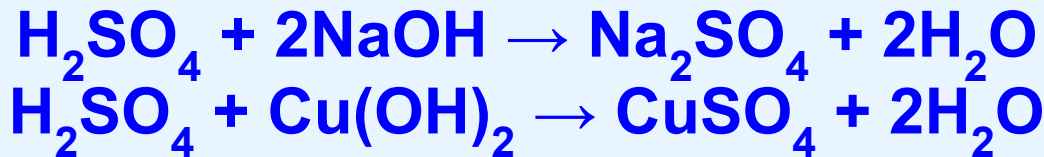
с основными оксидами

гидросульфаты

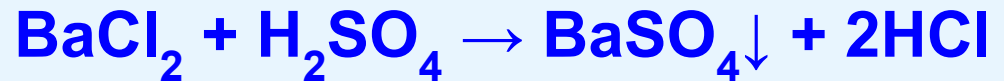
сульфаты



с гидроксидами



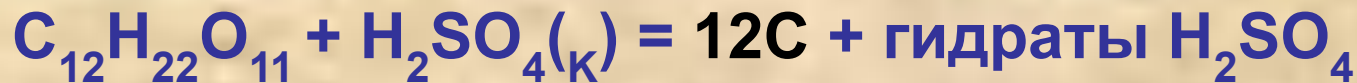
обменные реакции с солями:



Обугливание

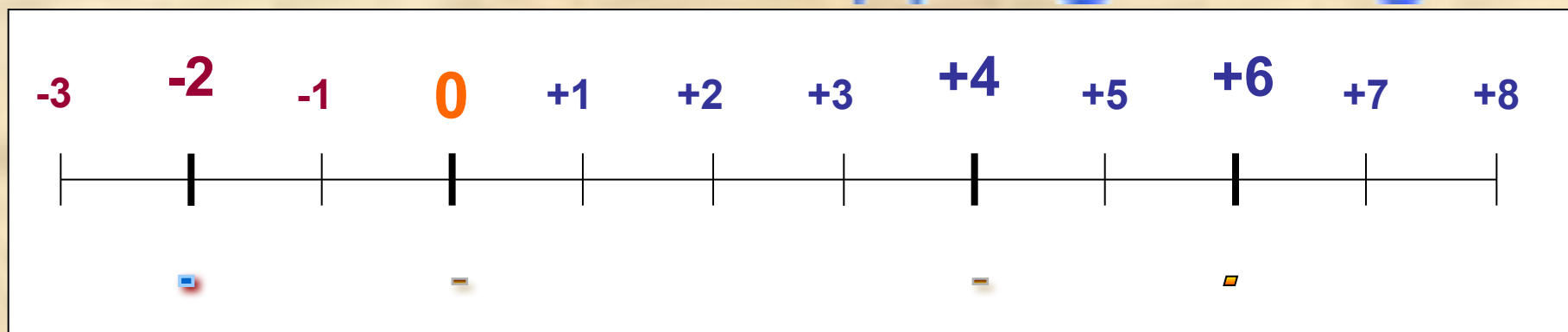
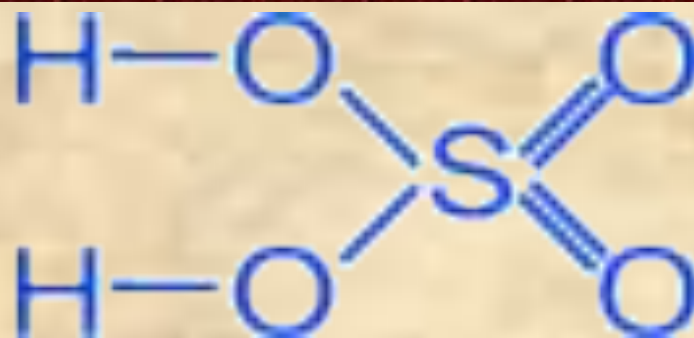
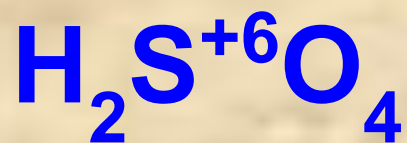
органических веществ

(сахар, бумага, дерево, волокна)



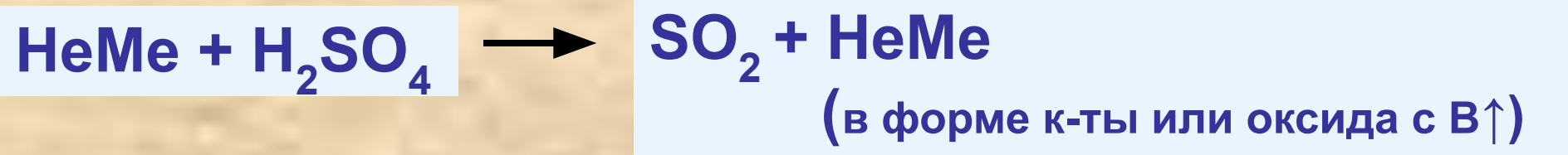
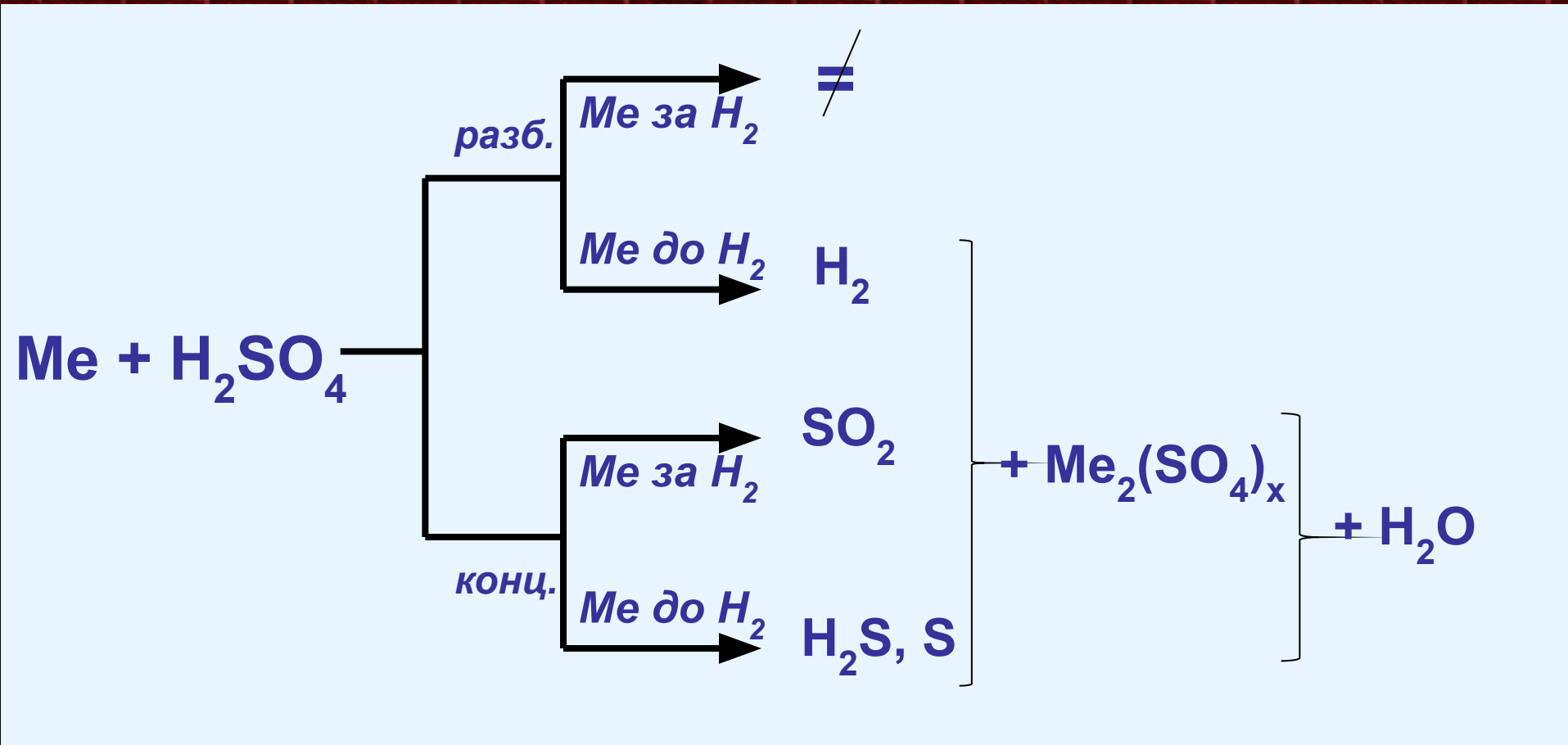


# СЕРНАЯ КИСЛОТА



**ОКИСЛИТЕЛЬ**

# Окислительные свойства



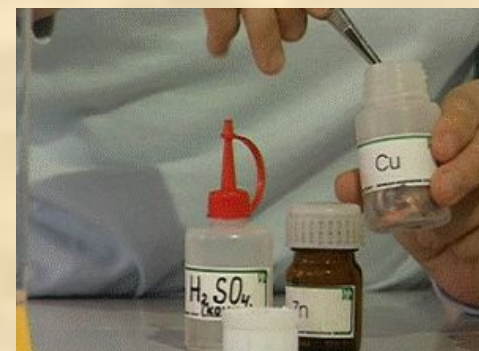
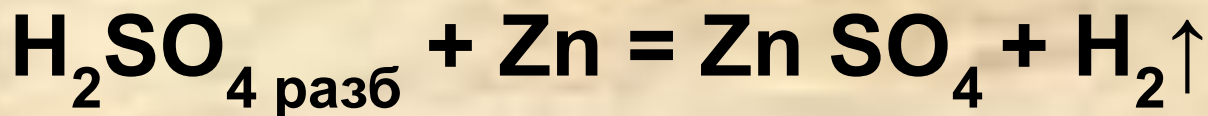


## Взаимодействие с металлами



РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

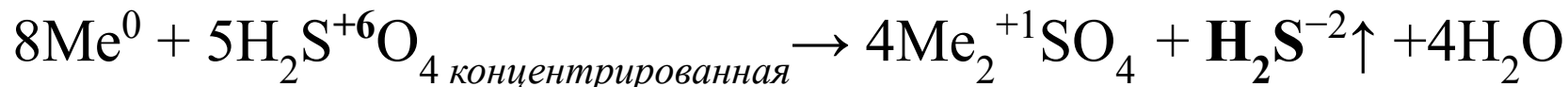
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au  
активность металлов уменьшается



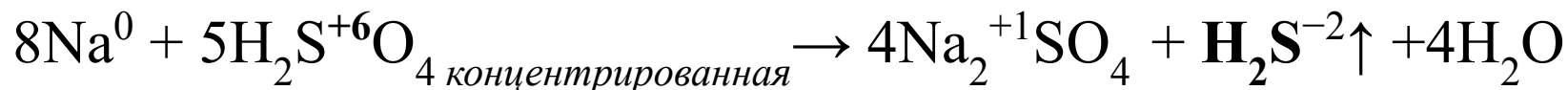
# Отношение **концентрированной** серной кислоты к простым веществам-металлам

**а) металлы активные** восстанавливают серную кислоту до сероводорода:

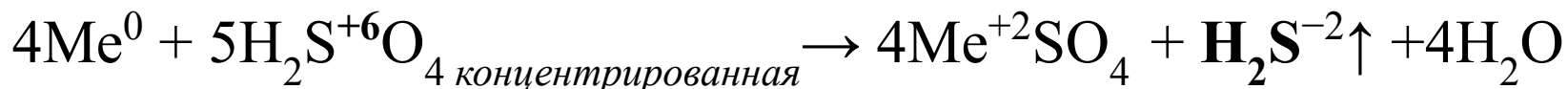
*IA*



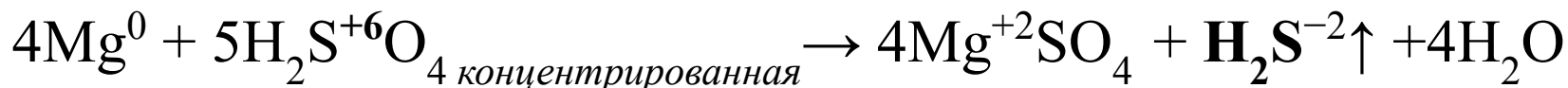
*IA*



*IIA*



*IIA*

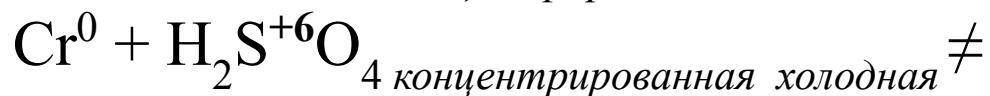
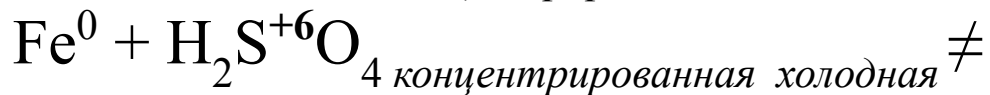


## Отношение **концентрированной** серной кислоты к простым веществам-металлам

б) металлы средней активности восстанавливают серную кислоту до сернистого газа на холоду:



некоторые металлы средней активности **пассивируются** в **холодной** концентрированной серной кислоте

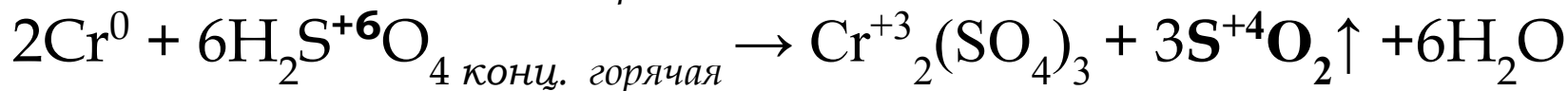
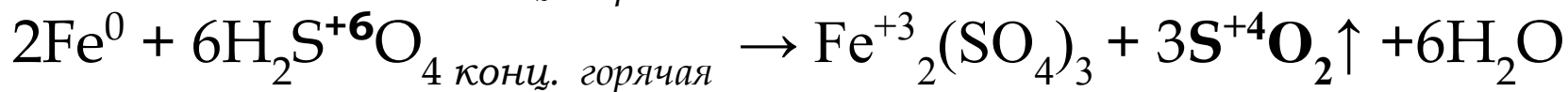
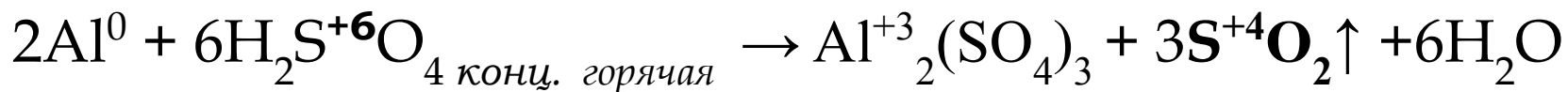


## Отношение **концентрированной** серной кислоты к простым веществам-металлам

**б) металлы средней активности** восстанавливают серную кислоту до **сероводорода** при нагревании:

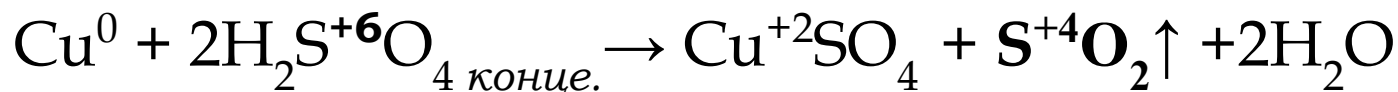


некоторые **металлы средней активности** реагируют с **горячей** концентрированной серной кислотой



## Отношение **концентрированной** серной кислоты к простым веществам-металлам

**в) некоторые неактивные металлы (Cu, Hg, Ag) восстанавливают серную кислоту до **сернистого газа**:**



**другие неактивные металлы** не реагируют с концентрированной серной кислотой ни на холоду, ни при нагревании

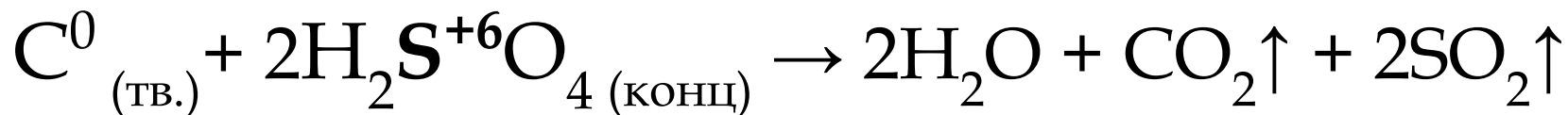
**Au, Pt, Pd, Rh, Ta, Ir, W**

# Взаимодействие **концентрированной** серной кислоты с неметаллами S,P,C

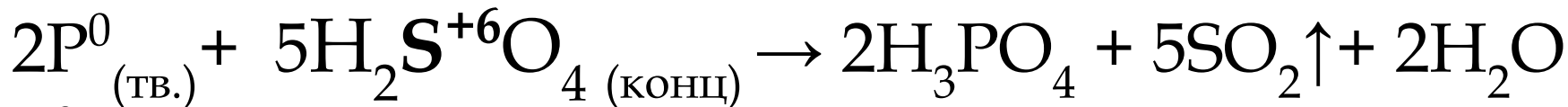
## Окисление неметаллов:



$S^0$  – восстановитель,  $H_2SO_{4(конц)}$  – окислитель



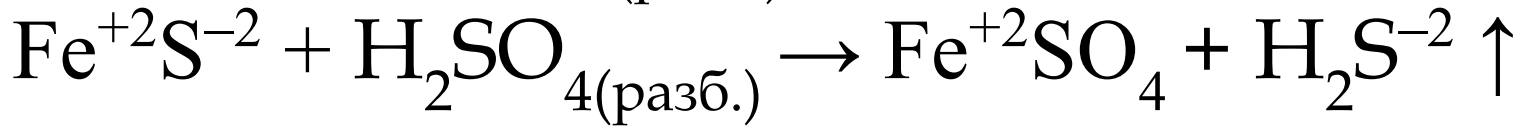
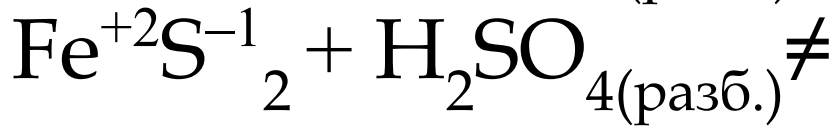
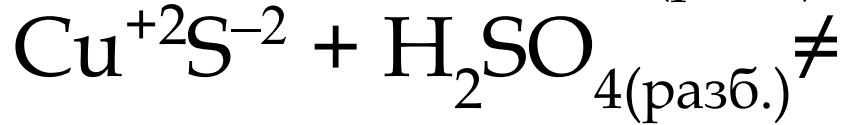
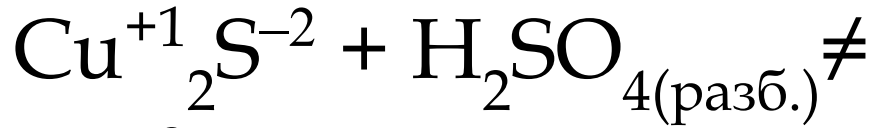
$C^0$  – восстановитель,  $H_2SO_{4(конц)}$  – окислитель



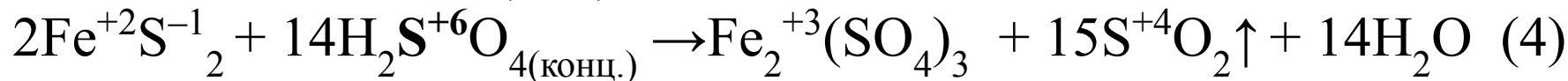
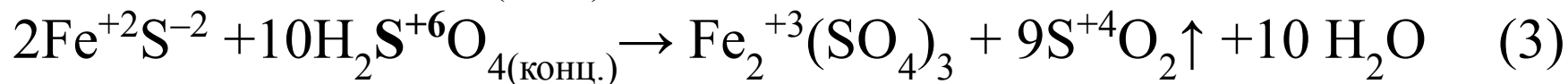
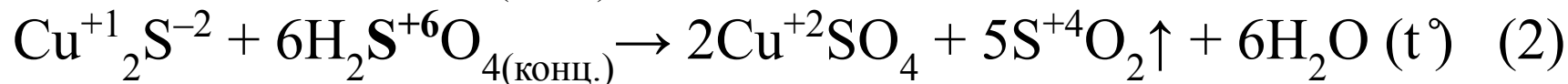
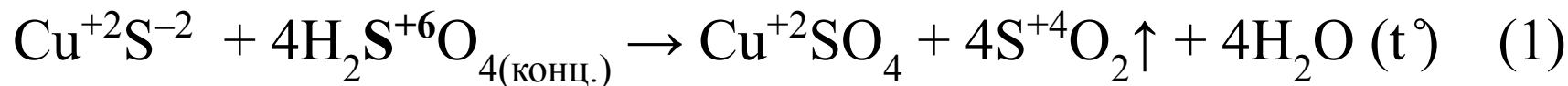
$P^0$  – восстановитель,  $H_2SO_{4(конц)}$  – окислитель



Взаимодействие серной кислоты **разбавленной**  
с сульфидами металлов  
CuS, Cu<sub>2</sub>S, FeS, пиритом FeS<sub>2</sub>



Взаимодействие серной кислоты  
**концентрированной** с сульфидами металлов  
CuS, Cu<sub>2</sub>S, FeS, пиритом FeS<sub>2</sub>



В реакциях (3) и (4) не образуется ~~FeSO<sub>4</sub>~~



Серная кислота и олеум

ПДК аэрозоля серной кислоты в воздухе рабочей зоны  $1,0 \text{ мг/м}^3$ , в атмосферном воздухе  $0,3 \text{ мг/м}^3$  (максимальная **разовая**) и  $0,1 \text{ мг/м}^3$  (**среднесуточная**).



**Поражающая** концентрация паров серной кислоты  $0,008 \text{ мг/л}$  (60 мин), **смертельная**  $0,18 \text{ мг/л}$  (60 мин).

Класс опасности 2.





**Чеснок** выделяет вещество  
– альбуцид

Сера – основа **мазей** для  
лечения грибковых  
заболеваний кожи.

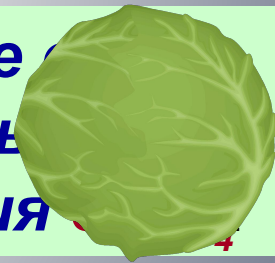


Это вещество предотвращает  
раковые заболевания,  
замедляет старение,  
предупреждает сердечные  
заболевания.



Знаете ли вы, что...

**Крестоцветные** усваивают из почвы столько же  
сколько фосфора. Поэтому при недостатке серы  
почве вносят удобрения в виде сульфата кальция



**Тысячелистник** обладает повышенной  
способностью извлекать из почвы серу и  
стимулировать поглощение этого элемента  
соседними растениями.



**В организме человека массой 70 кг – 140 г серы.**

**В сутки человеку необходим 1 г серы**



**Серой богаты горох, фасоль, овсяные хлопья, пшеница, мясо, рыба, плоды и сок манго.**



**Знаете ли вы, что.**

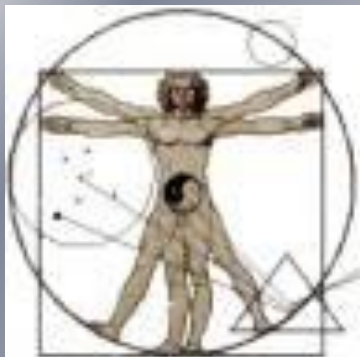


**Сера входит в состав гормонов, витаминов, она есть в хрящевой ткани, волосах, ногтях**

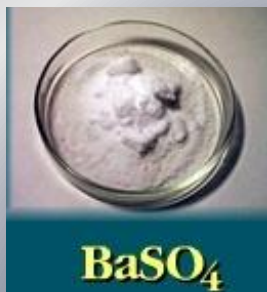


**При недостатке серы в организме наблюдается хрупкость ногтей и костей, выпадение волос**





**Железный купорос**  
 **$FeSO_4 \cdot 7H_2O$**   
**используют при анемии.**



**$BaSO_4$  применяют при рентгенографическом исследовании желудка и кишечника.**



**Знаете ли вы, что...**

**Алюмокалиевые квасцы**  
 **$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  –**  
**кровоостанавливающее средство**  
**при порезах**



**$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  и  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  - купоросы. Их применяют как антисептические средства для опрыскивания растений и протравливания зерна в борьбе с вредителями сельского хозяйства.**

